

秦拓,张天峰,曹彦超,等. 庆阳市苹果花期冻害指数保险设计[J]. 陕西气象,2023(2):69-73.

文章编号:1006-4354(2023)02-0069-05

庆阳市苹果花期冻害指数保险设计

秦拓,张天峰,曹彦超,韩晶,孙子荣

(庆阳市气象局,甘肃庆阳 745000)

摘要:围绕苹果政策性农业保险对气象服务的需求,统计分析了庆阳市苹果主产区的苹果花期物候资料、日最低气温资料和产量资料,确定庆阳苹果花期冻害风险时段为4月1日—5月10日,绘制了庆阳市苹果主产区花期冻害风险区划图,设计了苹果低温冻害指数,并确定理赔触发值为低温冻害指数 $F \geq 5$,分县域厘定了花期冻害保险纯费率。结果表明:宁县湘乐、西峰温泉、宁县南义、合水板桥、宁县瓦斜、西峰彭原为庆阳苹果花期低温冻害发生的较高风险区;宁县西部、庆城东北部与合水西部交界处应施行较高保险费率,进行风险管理。

关键词:苹果;花期冻害;农业保险;花期冻害指数

中图分类号:P49

文献标识码:A

庆阳市是全国最佳苹果优生区之一,被中国特产之乡推荐暨宣传活动组委会授予“中国优质苹果之乡”的美誉;同时庆阳市远离工业区,污染少,具有生产绿色无公害果品的优越条件和参与世界苹果竞争的良好生态基础,且区位优势明显^[1]。近年来,苹果种植已经成为当地农村经济发展、脱贫致富的重要支柱产业之一;但是,由于全球气候变化,灾害性天气和其他风险不断增加^[2-4],农户苹果收益的不确定性增加,尤其随着气候变暖,苹果花期提前,冻害发生概率更大^[5-6]。为了应对气象灾害的不利影响,确保农户收入稳定,农业保险逐步彰显出其社会意义。农业保险对于降低农业风险、补偿农业灾害损失较为有效。但是基于种植业气象灾害风险的普遍性、区域性、季节性、持续性和伴发性等特点,庆阳市现在应用的传统农业保险存在灾后定损和理赔工作量大、查勘覆盖面小、难以定量分析、代表性和准确性有限等问题,大大削弱了农业保险的风险管理作用;同时传统农业保险采用单一费率的成本保险方式,使投保人承受的风险特征与保费不一致,并且

存在道德风险^[7]和灾后理赔效率低、理赔困难等问题^[8]。

近年来,姜伟平等^[9]开展了茶叶霜冻气象指数保险;张韵启^[10]完成了赣南脐橙低温冻害天气指数保险设计工作;周军伟等^[11]以山东栖霞为例、杨亚利等^[12]以陕西铜川为例设计了不同地方的苹果花期冻害指数保险,其主要研究方法有模型分析法、数理统计法等。这些农业灾害风险评估方法与天气指数保险相结合的产品虽然得到了良好的推广和应用服务效果,但是基于庆阳市在地形、气候上的特殊性,上述花期冻害指数保险模式并不能直接进行本地化应用。考虑庆阳市苹果产业发展现状与天气指数保险模式的先进性^[13],围绕政策性农业保险对专业气象服务工作的需求,以庆阳苹果主产区低温冻害风险区划、低温冻害指数确定、纯费率厘定为切入点,开展庆阳市苹果花期冻害指数保险设计工作。

1 资料与方法

1.1 资料

选择庆阳市2001—2020年20 a的苹果物候

收稿日期:2022-05-16

作者简介:秦拓(1996—),男,汉族,甘肃镇原人,本科,助理工程师,主要从事专业气象服务、农业气象服务研究。

基金项目:甘肃省气象局气象科研项目(2122rczx-青年启航计划-16)

期资料,苹果种植面积及总产、单产数据,7县1区8个国家气象站及55个苹果主要种植区区域气象观测站(建站以来)的观测数据。苹果种植面积及总产、单产数据由庆阳市果业发展中心及统计局提供;苹果物候期资料来源于甘肃省西峰农业气象试验站,气象数据均来源于甘肃省气象信息中心整编筛选资料,其中国家站资料选择2001—2020年苹果花期(4月1日—5月10日)日最低气温观测数据,庆阳市苹果花期低温冻害风险区划图中涉及的区域站日最低气温资料选择各站自建站以来截至2020年的观测数据。

1.2 方法

1.2.1 花期确定 苹果花期依据西峰农业气象试验站2001—2020年的苹果物候观测资料,利用数理统计的办法确定。

1.2.2 风险区划图绘制 根据前人研究成果^[14],当日最低气温低于0℃时,苹果花期将出现明显低温冻害,因此本文将日最低气温<0℃记为一个低温冻害日。将当地苹果主要种植区与国家气象站、区域气象观测站进行空间匹配,确定代表站点,统计并计算各代表站点年平均低温冻害日数分别占全市各站年平均低温冻害总日数的比例,进行空间拟合插值(反距离权重法),绘制庆阳市苹果主产区花期低温冻害风险区划图。

1.2.3 因灾减产率的确定 产量主要受农业生产水平和气象条件的影响^[15],可以划分为随气候变化的气象产量、随生产力变化的趋势产量和随机“噪音”三大类^[6],其一般通式为

$$Y=Y_w+Y_t+\Delta Y. \quad (1)$$

式中: Y 为实际产量; Y_w 为气象产量; Y_t 为趋势产量; ΔY 为噪音项,该项是指由其他变量的变动对作物产量的影响。噪音项所占比例很小^[16],在实际计算中常常被忽略,因此公式(1)常简化为

$$Y=Y_w+Y_t. \quad (2)$$

根据庆阳市近20a的苹果单产数据拟合趋势产量,从实际产量中分离气象产量,计算相对气象产量的比例

$$Y_f=(Y_w/Y_t) \times 100\% = ((Y-Y_t)/Y_t) \times 100\%. \quad (3)$$

用相对气象产量比例 Y_f 表示气象条件对苹果产量的影响,当 $Y_f < 0$ 时, Y_f 的绝对值即为不利气象条件造成的减产率^[16]。将相对气象产量百分比为负的年份定义为减产年,对应的相对气象产量比例为气象灾害损失率,它反映出受气象灾害影响苹果的减产程度。根据《庆阳市果业发展中心冻害调查评估报告》中的冻害减产率记录值,组织甘肃省西峰农业气象试验站、庆阳市果业发展中心灾后定损专家利用专家打分的方法对气象灾害损失率进行分离,分离出因冻害造成的减产率,称为冻害减产率。

1.2.4 纯费率的确定 现行保险公司确定保险费率的基本公式为:保险费率=纯费率+附加费率+成本利润率。其核心是纯费率的计算^[6],计算公式为

$$R=E[L]=E=\sum_{i=1}^n x_i P_i. \quad (4)$$

式中: R 为保险费率; L 为产量损失, $E(L)$ 为产量损失的数学期望; x_i 表示不同程度的减产率; P_i 表示各减产率对应的发生概率; n 为理赔指数; $i=0,1,2,3,4,5$,分别表示不同的理赔级别。不同程度的减产率与对应的发生概率乘积的和,即为保险纯费率。其中各减产率对应的发生概率 P_i 可以利用二参数Weibull分布根据冻害指数序列计算得到。

2 结果分析

2.1 花期的确定

统计资料显示庆阳市苹果平均开花始期为4月16日,开花盛期4月20日,开花末期4月27日,其中最早开花始期为4月7日(2013年),最晚开花末期为5月7日(2010年)。花蕾膨大期到幼果期主要时段在4月上旬到5月上旬^[17]。本文确定4月上旬到5月上旬(4月1日—5月10日)作为庆阳苹果花期冻害专业气象服务的关键时段,并以该时段的相关数据展开相关分析。

2.2 苹果花期冻害风险区划

2.2.1 确定代表站点 根据庆阳市苹果产业布局及《庆阳市2020年果业发展实施方案》中提及的庆阳苹果种植核心区及中南部塬区高效示范区产业布局情况,确定57个苹果种植乡镇(其中西

峰 7 个、庆城 6 个、合水 7 个、宁县 17 个、正宁 9 个、镇原 11 个。华池、环县因地理气候原因,苹果种植未成规模,文中不做考虑)。选择对应乡镇安装较早,运行稳定,代表性较高的气象观测站作为各苹果种植乡镇的代表站点。

2.2.2 风险区划 如图 1 所示,庆阳市苹果花期冻害高风险区主要集中在宁县湘乐镇南部与石鼓乡北部交界处(湘乐站),西峰温泉、董志(温泉站)周围。其中湘乐站建站以来共计出现低温冻害日 21 d(2016—2020 年 5 a 数据)。日最低气温在 $[-2, 0)^{\circ}\text{C}$ 的有 13 d,在 $[-4, -2)^{\circ}\text{C}$ 的有 2 d,低于 -4°C 的有 6 d。该站自 2016 年有观测数据以来每年花期都有低温冻害出现,低温冻害最长持续时间可达 6 d(2020 年 4 月 22—26 日),最强低温冻害出现在 2008 年 4 月 7 日,最低气温 -7.9°C ,对应区域最易出现低温冻害且低温冻害强度最大。温泉站自建站以来出现低温冻害日 16 d(2016—2020 年 5 a 数据)。日最低气温在 $[-2,$

$0)^{\circ}\text{C}$ 的有 9 d, $[-4, -2)^{\circ}\text{C}$ 的有 6 d,低于 -4°C 的 1 d,该站自 2016 年有观测数据以来仅 2016 年未出现低温冻害日,其余每年均有 2 d 以上低温冻害日,该区域苹果花期低温冻害最长持续时间 3 d(2018 年 4 月 6—8 日),最强低温冻害出现在 2018 年 4 月 7 日,日最低气温为 -6.6°C 。

较高风险区在南义(2016—2020 年 5 a 数据),瓦斜(2016—2020 年 5 a 数据),彭原南部(2016—2020 年 5 a 数据),高楼东、定详西交界处(板桥站,2008—2020 年 13 a 数据)。上述各站出现低温冻害日分别为 12、10、10、27 d,其中日最低气温为 $[-2, 0)^{\circ}\text{C}$ 的低温冻害日南义 5 d、瓦斜 3 d、彭原 5 d、板桥 15 d;日最低气温为 $[-4, -2)^{\circ}\text{C}$ 的低温冻害日,南义 4 d、瓦斜 6 d、彭原 4 d、板桥 10 d;日最低气温低于 -4°C 的低温冻害日,南义 3 d、瓦斜 1 d、彭原 1 d、板桥 2 d。其他地方为庆阳市苹果花期低温冻害中低风险区。

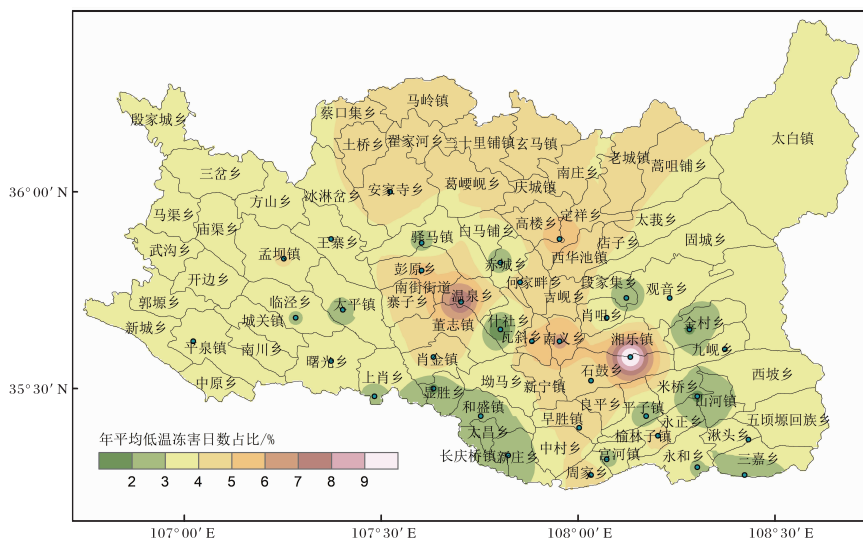


图 1 庆阳市苹果主产区花期冻害风险区划(圆点处为苹果种植核心区与高效示范区)

2.3 理赔指数设计

2.3.1 冻害减产率的确定 利用庆阳市 2001—2020 的苹果单产数据拟合趋势产量,对比二阶拟合与三阶拟合效果,选择三阶拟合方程代表趋势产量,趋势产量与实际单产见图 2。进而计算减产率,并分离出冻害减产率。

2.3.2 理赔指数设计 按照果树不同发育阶段受冻后的影响程度将低温冻害的临界指标分为

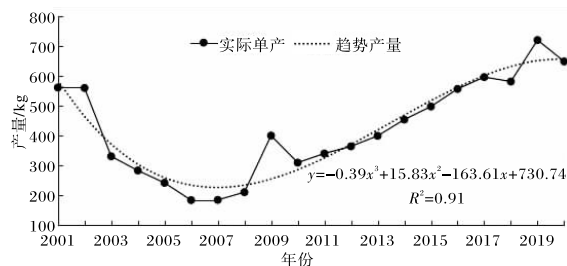


图 2 庆阳市苹果主产区 2001—2020 年苹果单产曲线及趋势产量拟合线

3级:1级冻害影响较轻;2级冻害影响中等;3级冻害影响严重,减产明显。每个等级对应的日最低气温范围如表1所示。其中花期按时段分为4月上旬、4月中旬、4月下旬及以后。

表1 庆阳苹果花期冻害临界指标

时段	低温冻害等级	日最低气温/℃
4月上旬	1(轻)	$-2 \leq T_{\min} < 0$
	2(中)	$-5 \leq T_{\min} < -2$
	3(重)	$T_{\min} < -5$
4月中旬	2(中)	$-2.5 \leq T_{\min} < 0$
	3(重)	$T_{\min} < -2.5$
4月下旬及以后	3(重)	$T_{\min} < 0$

根据表1对庆阳苹果花期冻害临界指标的划分,利用国家气象站日最低气温数据,统计4月上旬、4月中旬、4月下旬及以后三个时段内发生的冻害过程,将庆阳市6个主要苹果种植县(区)花期的低温冻害等级与低温冻害持续时间的乘积作为该年份该县(区)的花期冻害指数,然后以6个县(区)的花期冻害指数均值作为庆阳市花期冻害指数。花期冻害指数通过低温冻害等级与持续天数之积累加的方式表现苹果花期低温冻害的累积效果^[13],公式如下。

$$F = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \left(\sum_{j=1}^n H_j N_j \right) \quad (5)$$

式中: F 表示庆阳市花期冻害指数; H_j 为某年花期的第 j 次低温冻害的灾害等级; N_j 表示某年花期第 j 次冻害的持续天数; n 表示某年花期低温冻害的出现次数; $i=1,2,3,4,5,6$,分别代表西峰、镇原、正宁、宁县、庆城、合水。由此得出花期冻害指数序列。将冻害减产率序列与冻害指数序列进行相关检验,结果显示两者决定系数 R^2 为0.9708,相关系数 r 为-0.985,在0.01水平上显著相关。两者数学关系为

$$L = (1.7647 - F) / 0.3232 \quad (6)$$

式中, L 为冻害减产率, F 为花期冻害指数。结合上文分离的冻害减产率与花期冻害指数序列,建立天气指数-灾损模型(公式6)。利用模型计算不同冻害减产率对应的花期冻害指数阈值,

确定庆阳市苹果花期冻害农业保险理赔指数及赔付率(表2)。结合冻害减产率,将造成减产大于10%对应的花期冻害指数 $F \geq 5$ 确定为理赔触发值。

表2 庆阳市苹果花期冻害保险气象理赔指数

理赔指数	花期冻害指数/d	冻害减产率/%	赔付率/%
0	$F < 5$	$L < 10$	0
1	$5 \leq F < 8$	$10 \leq L < 20$	15
2	$8 \leq F < 11$	$20 \leq L < 30$	25
3	$11 \leq F < 15$	$30 \leq L < 40$	35
4	$15 \leq F < 18$	$40 \leq L < 50$	45
5	$18 \leq F < 21$	$50 \leq L < 60$	55

2.3.3 纯费率的确定 利用各县(区)历史气象资料,计算庆阳市各县(区)历年花期冻害指数。假定庆阳市苹果单产波动符合二参数Weibull分布,根据各县区花期冻害指数序列,利用二参数Weibull分布得到达到赔偿标准的概率,计算纯费率,其空间分布如图3所示。结果显示,庆阳市苹果冻害纯费率应在3.69%~13.91%之间,其中西峰、镇原南部、正宁东部是庆阳苹果花期冻害指数保险纯费率低值区,宁县西部、庆城东北部与合水西部交界处是庆阳苹果花期冻害指数保险纯费率高值区,应在投保过程中施行差异化费率。

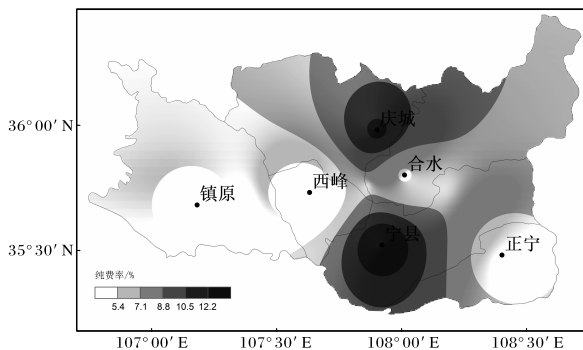


图3 庆阳市苹果主产区花期冻害指数
保险纯费率空间分布

3 结论和讨论

(1)庆阳市的宁县湘乐、西峰温泉、宁县南义、合水板桥、宁县瓦斜、西峰彭原发生低温冻害的风险等级较高,是庆阳市苹果主产区中的低温冻害

较高风险区;花期冻害指数 $F \geq 5$ 时将造成 10% 以上的冻害减产,故确定花期冻害指数 $F \geq 5$ 为理赔触发值;庆阳苹果花期冻害指数保险纯费率西峰、镇原南部、正宁东部最低,宁县西部、庆城东北部与合水西部交界处最高,应在投保过程中根据研究结果施行差异化费率。

(2)庆阳市苹果花期冻害高风险时段一般为 4 月 16—27 日。该时段既是当地气象部门开展花期冻害气象预报预警服务的关键时段,也是相关单位与果农有效开展花期冻害防御的重要时期。尤其宁县湘乐、西峰温泉、宁县南义、合水板桥、宁县瓦斜、西峰彭原为庆阳市苹果主产区中的低温冻害高发区,更应在花期冻害防御方面引起高度重视,确保当地苹果的产量及品质。

(3)本研究在一定程度上解决了部分种植区无历史产量资料,无法进行纯费率计算的问题,纯费率空间分布图为实行区域差别费率提供了参考依据。建立在理赔指数与实时气象资料基础上的保险理赔客观公正,减少甚至消除了投保人与保险公司之间的分歧,对政策性农业保险的可持续发展具有积极意义。

(4)苹果花期冻害对苹果产量及品质的影响,除了与低温强度、低温持续时间有关,还与低温出现时间、出现前气温、降水等气象因子有关,本文仅考虑低温强度与低温持续时间,随着相关研究的深入,还需进一步优化保险理赔指数,提高农业保险服务水平。

参考文献:

- [1] 齐振林. 庆阳苹果产业化发展与对策研究[J]. 农村经济与科技, 2017, 28(23): 159-160.
- [2] 张强, 邓振镛, 赵映东, 等. 全球气候变化对我国西北地区农业的影响[J]. 生态学报, 2008, 28(3): 1210-1218.
- [3] 杨晓光, 刘志娟, 陈阜. 全球气候变暖对中国种植制度可能影响: VI. 未来气候变化对中国种植制度北界的可能影响[J]. 中国农业科学, 2011, 44(8): 1562-1570.
- [4] 郭建平. 气候变化对中国农业生产的影响研究进展[J]. 应用气象学报, 2015, 26(1): 1-11.
- [5] 杨小利, 江广胜. 陇东黄土高原典型站苹果生长对气候变化的响应[J]. 中国农业气象, 2010, 31(1): 74-77.
- [6] 周嘉, 王小巍, 周安宁, 等. 平凉市苹果花期冻害政策性农业保险气象理赔指数设计[J]. 湖北农业科学, 2017, 56(16): 3144-3148.
- [7] 汪春辉, 陈治杰, 陈家金, 等. 茶叶寒冻害天气指数保险设计[J]. 气象科技, 2020, 48(1): 141-146.
- [8] 张悦, 杜春婷. 农业天气指数保险试点研究及产品的设计: 以云南省水稻干旱指数保险为例[J]. 时代经贸, 2021, 18(7): 109-114.
- [9] 姜伟平, 吉宗伟, 邱新法, 等. 茶叶霜冻气象指数保险设计[J]. 自然资源学报, 2011, 26(12): 2050-2060.
- [10] 张韵启. 赣南脐橙低温冻害天气指数保险设计[J]. 陕西气象, 2019(6): 43-47.
- [11] 周军伟. 苹果低温冻害气象指数保险产品的设计研究[D]. 山东: 山东农业大学, 2014.
- [12] 杨亚利, 郑合清, 李伟, 等. 铜川市核桃花期冻害特征及风险区划[J]. 现代农业科技, 2018(14): 76+79.
- [13] 曹雪琴. 农业保险产品创新和天气指数保险的应用: 印度实践评析与借鉴[J]. 上海保险, 2008(8): 53-58.
- [14] 刘映宁, 贺文丽, 李艳莉, 等. 陕西果区苹果花期冻害农业保险风险指数的设计[J]. 中国农业气象, 2010, 31(1): 125-129+136.
- [15] 徐敏, 徐经纬, 高苹, 等. 不同统计模型在冬小麦产量预报中的预报能力评估: 以江苏麦区为例[J]. 中国生态农业学报(中英文), 2020, 28(3): 438-447.
- [16] 孔维财, 高苹, 徐敏. 油菜低温冻害天气指数保险研究[J]. 江苏农业科学, 2021, 49(7): 244-248.
- [17] 车向军, 张天峰, 周忠文, 等. 甘肃庆阳苹果气象灾害保险指数设计[J]. 中国果树, 2019(3): 104-106+109.